

**PATENT ABSTRACTS OF JAPAN**

(11)Publication number : 02-150731

(43)Date of publication of application : 11.06.1990

(51)Int.Cl.

G01L 3/10

(21)Application number : 63-305649

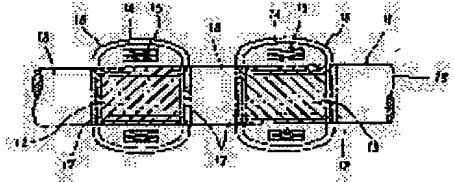
(71)Applicant : KUBOTA LTD

(22)Date of filing : 01.12.1988

(72)Inventor : ISHINO YASUSHIRO  
YOSHIMURA SHIGEO**(54) TORQUE MEASURING INSTRUMENT****(57)Abstract:**

**PURPOSE:** To sharply improve the hysteresis characteristics of detecting data by forming parts which are adjacent to magnetic anisotropic sections and increased in magnetic reluctance to have depths deeper than a skin depth.

**CONSTITUTION:** Parts 17 where magnetic reluctance is increased are formed to the depth deeper than a skin depth, namely, the depth of the part where magnetic fluxes 16 pass through of the surface layer of a shaft 11 together with magnetic anisotropic sections 12 and 13. When an AC of about 10kHz and 100mApp is used as an excitation current, the skin depth becomes about 0.1-0.2mm and the magnetic fluxes 16 do not penetrate deeper than the depth. Therefore, when, for example, the parts 17 where the magnetic reluctance is increased in the axial direction are formed by means of working grooves, the parts 17 can be formed sufficiently when grooves having a depth of about 1mm are formed irrespective of the size of the diameter of the shaft. In addition, the appropriate arranging pitch of the working grooves is about 1mm and about 5mm is suitable for the width of the parts 17 increased in magnetic reluctance in the axial direction.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of  
rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**BEST AVAILABLE COPY**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2566640号

(45) 発行日 平成 8 年 (1996) 12 月 25 日

(24) 登録日 平成 8 年 (1996) 10 月 3 日

|                            |      |        |              |        |
|----------------------------|------|--------|--------------|--------|
| (51) Int. Cl. <sup>6</sup> | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I          | 技術表示箇所 |
| G 0 1 L 3/10               |      |        | G 0 1 L 3/10 | A      |

請求項の数 6 (全 6 頁)

|           |                               |           |  |
|-----------|-------------------------------|-----------|--|
| (21) 出願番号 | 特願昭63-305649                  | (73) 特許権者 | 999999999<br>株式会社クボタ<br>大阪府大阪市浪速区敷津東1丁目2番47号   |
| (22) 出願日  | 昭和63年(1988)12月1日              | (72) 発明者  | 石野 連信郎<br>大阪府枚方市中宮大池1丁目1番1号<br>久保田鉄工株式会社枚方製造所内   |
| (65) 公開番号 | JP 02-150731 A<br>特開平2-150731 | (72) 発明者  | 吉村 茂夫<br>大阪府枚方市中宮大池1丁目1番1号<br>久保田鉄工株式会社枚方製造所内  |
| (43) 公開日  | 平成2年(1990)6月11日               | (74) 代理人  | 弁理士 森本 義弘  |
|           |                               | 審査官       | 福田 裕司  |
|           |                               | (56) 参考文献 | 特開 昭59-166828 (J P, A)<br>特開 昭60-254679 (J P, A)<br>特開 昭62-185136 (J P, A)<br>特開 昭63-185136 (J P, A) |

## (54) 【発明の名称】 トルク測定装置

1

## (57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 トルク伝達軸の表面層に軸心方向と角度をなす方向の磁気異方性部を形成するとともに、トルク作用時における前記磁気異方性部の透磁率の変化を、この磁気異方性部の周囲に配置したコイルにて検出するようにしたトルク測定装置であって、前記磁気異方性部に隣接して、磁気抵抗を大きくした部分を、スキンドープス以上の深さに形成したことを特徴とするトルク測定装置。

【請求項2】 コイルの外側にシールドヨークを設けて、磁気抵抗を大きくした部分の磁気抵抗よりも、軸の表面からシールドヨークの端面までのエアギャップの磁気抵抗の方が小さくなるように構成したことを特徴とする請求項1記載のトルク測定装置。

【請求項3】 磁気抵抗を大きくした部分は、軸の周方向

2

に磁化容易方向を持つように磁気異方性が付与されて、軸心方向への磁気抵抗が大きくなるように構成されていることを特徴とする請求項1または請求項2記載のトルク測定装置。

【請求項4】 軸心方向への磁気抵抗を大きくした部分は、磁気異方性部に隣接して、スキンドープス以上の深さに形成された周方向の溝と、この溝の中に設けられたリング、コイルなどの環状の非磁性良導体とで構成されていることを特徴とする請求項1または請求項2記載のトルク測定装置。

【請求項5】 磁気抵抗を大きくした部分は、軸の周方向に形成された浸炭層や圧縮残留応力保持層などの硬化層であることを特徴とする請求項1または請求項2記載のトルク測定装置。

【請求項6】 磁気抵抗を大きくした部分は、軸材料に不

純物が添加された構成であることを特徴とする請求項1または請求項2記載のトルク測定装置。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 産業上の利用分野

本発明はトルク測定装置に関し、農業機械、自動車、産業機械その他のトルク伝達を行う軸を有するものに利用可能なトルク測定装置に関する。

#### 従来の技術

従来のこの種のトルク測定装置として、特許第169326号明細書や特開昭63-163243号公報などに開示されるものがある。これは、第11図に示すように、軟磁性および磁歪性を有する軸1の外周に、この軸1の軸心方向と±約45度の角度をなして互いに反対方向に傾斜する一対の磁気異方性部2,3を、軸心方向に距離をおいて、多数の加工溝やアモルファス磁性薄帯などによって構成し、各磁気異方性部2,3の周囲に励磁コイル4,5および検出コイル6,7をそれぞれ配置したものである。8は磁束を示す。

このような構成によれば、伝達トルクにもとづく各磁気異方性部2,3での透磁率の変化が検出コイル6,7にて検出されることにより、軸1に作用するトルクの値が求められる。

#### 発明が解決しようとする課題

しかし、検出コイル6,7によるトルク検出電圧 $V_0$ は、実際には第12図に示すような大きなヒステリシス特性を示す。すなわち、第12図において、フルスケールの検出電圧 $V_{rs}$ とトルクゼロのときのヒステリシス電圧 $V_{ms}$ との比をとって百分率で表わしたヒステリシス電圧 $H_{rs}$ を求めると、

$$H_{rs} = (V_{ms} / V_{rs}) \times 100 \\ = 3 \sim 10\%$$

にもなる。

このような大きなヒステリシス特性を示すのは、第11図から明らかなように、磁束8が、磁気特性が制御された磁気異方性部2,3のみならず磁気特性が制御されていないランダム結晶磁気異方性部9をも通過することから、このランダム結晶磁気異方性部9が検出特性に影響を及ぼすためである。

そこで本発明はこのような問題点を解決し、ヒステリシス特性を改善することができるトルク測定装置を提供することを目的とする。

#### 課題を解決するための手段

上記目的を達成するため本発明は、

トルク伝達軸の表面層に軸心方向と角度をなす方向の磁気異方性部を形成するとともに、トルク作用時における前記磁気異方性部の透磁率の変化を、この磁気異方性部の周囲に配置したコイルにて検出するようにしたトルク測定装置において、

前記磁気異方性部に隣接して、磁気抵抗を大きくした部分を、スキンドープス以上の深さに形成したものであ

る。

また本発明によれば、コイルの外側にシールドヨークを設けて、磁気抵抗を大きくした部分の磁気抵抗よりも、軸の表面からシールドヨークの端面までのエアギャップの磁気抵抗の方が小さくなるように構成することができる。

磁気抵抗を大きくした部分は、(i)軸の周方向に磁化容易方向を持つ磁気異方性が付与された構成としたり、(ii)磁気異方性部に隣接して、スキンドープス以上の深さに形成された周方向の溝と、この溝の中に設けられたリング、コイルなどの環状の非磁性良導体とで構成したり、(iii)軸の周方向に形成された浸炭層や圧縮残留応力保持層などの硬化層で構成したり、あるいは(iv)軸材料に不純物が添加された構成としたりすることができる。

#### 作用

このような構成によれば、通常、コイルの励磁周波数は5～100KHz程度であるので、このコイルの磁束は、軸表面層におけるスキンドープスの範囲内、すなわちごく浅い部分を通過するのであるが、磁気抵抗を大きくした部分では通過が困難になる。このため、磁気特性が制御された磁気異方性部を通過した磁束は、この磁気抵抗を大きくした部分の存在により、磁気特性が制御されていないランダム結晶磁気異方性部へ入り込みにくくなる。よって、コイルの検出電圧に大きなヒステリシス特性が現われることが防止される。

また、コイルの外側にシールドヨークを設けて、磁気抵抗を大きくした部分の磁気抵抗よりも、軸の表面からシールドヨークの端面までのエアギャップの磁気抵抗の方を小さくすることが可能である。こうすることにより、コイルのまわりの各部分のうち、磁気抵抗を大きくした部分の磁気抵抗が最大になり、ランダム結晶磁気異方性部への磁束の漏れがきわめて小さくなる。

一対の磁気異方性部を形成してトルクを検出する場合に、磁気抵抗を大きくした部分の存在により、両磁気異方性部が互いに相手方の検出特性に及ぼす影響が少なくなる。このため、検出特性の直線性の向上が可能となり、また両磁気異方性部どうしの間隔をきわめて狭くすることが可能になって装置の小型化が達成される。

#### 実施例

第1図は本発明のトルク測定装置の第1実施例を示す。ここで、11はトルク伝達用の軸であり、軟磁性および磁歪性が付与されている。軸11の表面層の外周には、軸心方向に距離をおいて、一対の磁気異方性部12,13が形成されている。この磁気異方性部12,13は、軸11の表面層に形成された多数の加工溝や、軸11の表面に接着された多数のアモルファス磁性薄帯などにて構成され、軸心方向に対して互いに反対方向に傾斜して、±約45度の方向に磁気異方性が付与されている。

各磁気異方性部12,13の周囲には、励磁コイル14およ

び検出コイル15がそれぞれ設けられている。励磁コイル14には5~100KHz程度の交流電流が供給される。16は磁束である。

各磁気異方性部12,13に隣接する軸表面層には、軸心方向の磁気抵抗を大きくした部分17がそれぞれ形成されている。この軸心方向の磁気抵抗を大きくした部分17は、周方向に磁化容易方向を持つように磁気異方性が付与された構成となっており、たとえば軸心方向に複数が形成された周方向の加工溝や、周方向のアモルファス磁性薄帯などに形成されている。また磁気抵抗を大きくした部分17は、磁気異方性部12,13とともに、スキンドeps以上の深さ、すなわち軸11の表面層における磁束16が通過する部分の深さよりも深く形成されている。前述のように励磁電流として10KHz程度かつ100mA程度の交流電流を利用した場合にはスキンドepsは0.1~0.2mm程度となり、それ以上深い部分には磁束16は入り込まない。したがって、たとえば軸心方向の磁気抵抗を大きくした部分17を加工溝で形成する部分には、励磁条件を上記の通りとして、軸径の大小にかかわらず深さ1mm程度の溝を形成すれば十分である。またこのとき、軸心方向における各加工溝の配列ピッチは約1mm程度、軸心方向の磁気抵抗を大きくした部分17の軸心方向の幅は約5mm程度が、それぞれ適当である。なお、軸11において、18はランダム結晶磁気異方性部である。

このような構成によれば、コイル14,15のまわりに形成される磁束16は、磁気異方性部12,13を通過するが、これら磁気異方性部12,13に隣接して軸心方向への磁気抵抗を大きくした部分17が設けられていることから、ヒステリシスの発生原因となるランダム結晶磁気異方性部18に入り込む磁束を少なくすることができる。このため、第2図に示すようにヒステリシス性能の良好な検出特性を得ることができる。具体的には、前述の $H_{ys}$ の値が、

$$H_{ys} = 1 \sim 3\%$$

程度になる。また軸心方向の磁気抵抗を大きくした部分17が存在することにより、磁気異方性部12,13どうしが互いに相手方に影響を及ぼすことがなく、検出特性の直線性が向上して測定精度が良好になる。

第3図は本発明のトルク測定装置の第2実施例を示す。ここでは、励磁コイル14および検出コイル15の外側に磁気シールドヨーク19を設けた構成となっている。磁気シールドヨーク19の幅は磁気異方性部12,13の幅よりも小さく形成されており、したがって磁束の通過経路は図示のようになる。

第4図は、第3図における磁気異方性部13およびその周辺を詳細に示したものである。ここで、磁気異方性部13および軸心方向の磁気抵抗を大きくした部分17は、いずれも加工溝にて形成されているものとする。一般に軸11の材料は加工溝の方向に磁化しやすい傾向があり、このため第3図において、また同様に第1図においても、

それぞれ概略的に示した磁束16の通路は、詳しくはこの磁化が容易な方向、すなわち磁気異方性部13における加工溝の方向に沿って形成される。

軸11の材料は、上記とは反対に加工溝の方向と直角な方向には磁化しにくい性質を有する。したがって、軸心方向の磁気抵抗を大きくした部分17は、図示のように周方向の加工溝を形成することによって、この加工溝の方向と直角をなす軸心方向の磁気抵抗を大きくすることができる。第1図に示すように、軸心方向の磁気抵抗を大きくした部分17に仮に磁束16が入り込んだとしても、この磁束16はそのほとんどが加工溝の方向に通過するため、ランダム結晶磁気異方性部18への磁束16の入り込みが少なくなる。

第4図において、軸心方向の磁気抵抗を大きくした部分17、磁気異方性部13、ランダム結晶磁気異方性部18、軸11の表面と磁気シールドヨーク19の端面との間のエアギャップ20、および磁気シールドヨーク19の磁気抵抗をそれぞれ $R_1, R_2, R_3, R_4, R_5$ とすると、一般に $R_5 \ll R_2, R_3 < R_1 < R_4$ なる関係が成立する。ところが、励磁コイル14を前述のような高周波で励磁すれば、軸材ではスキンドeps効果により磁束16が通過する部分の断面積が小さくなり、 $R_1, R_2, R_3$ が大きくなる。その結果、高周波で励磁することによって、 $R_5 \ll R_2, R_3 < R_4 < R_1$ とすることができる。すなわち、各部の磁気抵抗の中で、軸心方向の磁気抵抗を大きくした部分17の磁気抵抗 $R_1$ を最大にでき、ランダム結晶磁気異方性部18への磁束の漏れを小さくすることが可能である。また、このためには、図示のように、磁気シールドヨーク19を両軸心方向の磁気抵抗を大きくした部分17,17の内側に配置することが必要である。

第5図は本発明のトルク測定装置の第3実施例を示す。ここでは、磁気抵抗を大きくした部分17として、磁気異方性部12,13の端部に沿って周方向に溝21を形成し、この溝21に、環状の非磁性良導体22をはめ込んでい。このような構成によれば、非磁性良導体22にもとづく電磁誘導によって、軸心方向の磁気抵抗が付与される。第6図に詳細に示すように、溝21は半円状の断面に形成され、その深さ $h$ はスキンドeps以上の深さ、たとえば1mm程度であれば十分である。この溝21に、直径2mm程度の銅製、アルミニウム製などのリング体からなる非磁性良導体22がはめ込まれる。この場合、銅やアルミニウムの電気抵抗率は、軸材料として通常用いられる鉄鋼材料のその約10分の1程度とすることができる。このため、この良導体22による電磁誘導を効果的に発生させることが可能である。

第7図は本発明のトルク測定装置の第4実施例を示す。ここで、矩形断面の溝21に非磁性良導体22としてのコイル23が巻付けられている。溝21は第5図および第6図の実施例の場合と同様に1mm程度の深さに形成され、コイル23としては、直径0.1mm程度の銅線やアルミニウ

ム線を100ターン程度巻付けたものが用いられる。この場合も、電磁誘導の作用によって軸心方向への磁気抵抗が付与される。

第8図は本発明のトルク測定装置の第5実施例を示す。ここでは、磁気異方性部12,13の端部に沿った周方向に、磁化層としての圧縮残留応力保持層24を形成している。この圧縮残留応力保持層24は、たとえば軸材をロール加工することによって形成できる。このような構成であると、軸材の透磁率はその硬度すなわち圧縮残留応力の大きさに反比例して小さくなり、透磁率が小さくなるとその部分は磁気抵抗として作用するため、この圧縮残留応力保持層24が磁気抵抗を大きくした部分17としての役割を果たす。なお、圧縮残留応力保持層24の圧縮加工しは0.1mm程度で十分である。

第9図は本発明のトルク測定装置の第6実施例を示す。本例では、磁気異方性部12,13の端部に沿った周方向に、磁気抵抗を大きくした部分17を構成する硬化層としての浸炭硬化層25を形成している。このような構成によると、浸炭硬化層25の部分では、その硬度に反比例して軸材の透磁率が小さくなることにより磁気抵抗が大きくなり、ランダム結晶磁気異方性部18へ磁束が入り込むことが防止される。浸炭硬化層25の浸炭深さは1～1.2mm程度が適当である。

第10図は本発明のトルク測定装置の第7実施例を示す。これは第1図～第9図、特に第1図の実施例の変形例であり、これら先の実施例において存在していた両磁気異方性部12,13の間のランダム結晶磁気異方性部が、この実施例では存在しない構成となっている。両磁気異方性部12,13の間には、軸心方向の磁気抵抗を大きくした部分17のみが形成されている。すなわち、磁気抵抗を大きくした部分17により、一方の磁気異方性部12,13を通過した磁束が他方の磁気異方性部13,12に入り込むことが極力防止されるため、磁気異方性部12,13どうしを互いに接近させることが可能になって、装置の小形化が達成される。

本発明のトルク測定装置のさらに他の実施例として、図示は省略したが、軸材料に不純物を添加することにより磁気抵抗を大きくした部分を形成することもできる。

#### 発明の効果

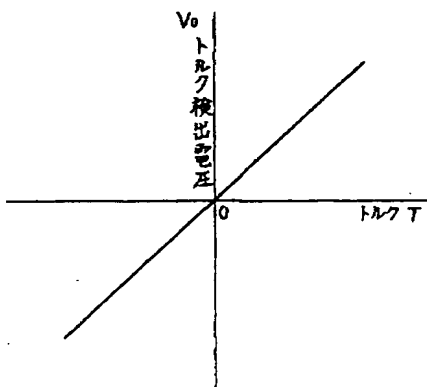
以上述べたように本発明によると、トルク検出用の磁気異方性部に隣接して、磁気抵抗を大きくした部分をスキンドープ以上の深さに形成したため、磁気異方性部を通過した磁束が、磁気特性が制御されていないランダム結晶磁気異方性部に入り込むのを防止でき、検出データのヒステリシス特性を大幅に改善することが可能となる。また、磁気抵抗を大きくした部分の存在により、一对の磁気異方性部の一方を通過した磁束が他方へ入り込むことが防止され、このため検出特性の直線性を向上させることができるとともに、両磁気異方性部どうしの間隔をきわめて狭くすることが可能となって装置を小形化することができる。さらに、コイルの外側にシールドヨークを設けて、磁気抵抗を大きくした部分の磁気抵抗よりも、軸の表面からシールドヨークの端面までのエアギャップの磁気抵抗の方が小さくなるように構成することにより、ランダム結晶磁気異方性部への磁束の漏れをきわめて少なくすることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

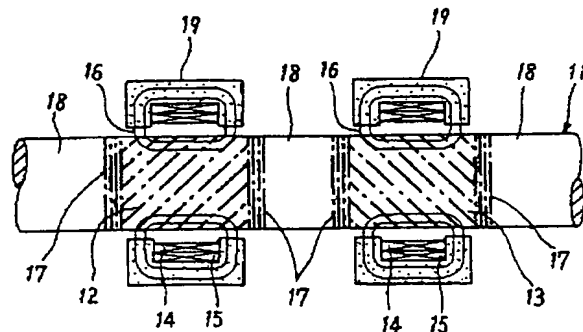
第1図は本発明のトルク測定装置の第1実施例の概略図、第2図は第1図のトルク測定装置の出力特性を示す図、第3図は本発明のトルク測定装置の第2実施例の概略図、第4図は第3図における要部の詳細図、第5図は本発明のトルク測定装置の第3実施例の概略図、第6図は第5図における要部の拡大図、第7図～第10図は本発明のトルク測定装置の第4～第7実施例の概略図、第11図は従来のトルク測定装置の概略図、第12図は第11図のトルク測定装置の出力特性を示す図である。

11……軸、12,13……磁気異方性部、14……励磁コイル、15……検出コイル、16……磁束、17……磁気抵抗を大きくした部分、18……ランダム結晶磁気異方性部。

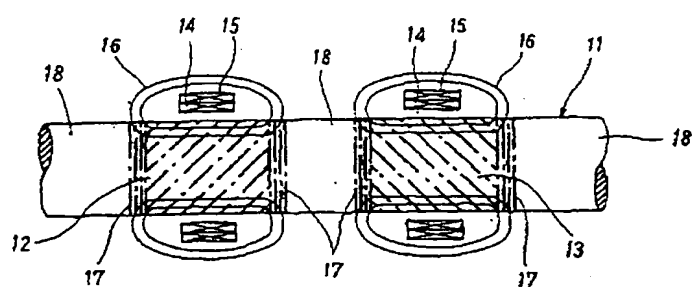
【第2図】



【第3図】

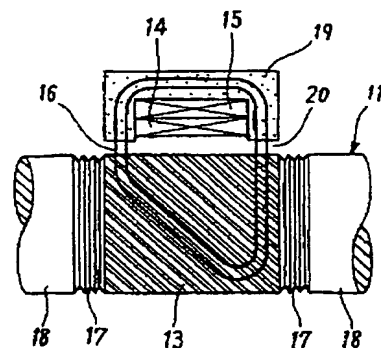


【第 1 図】

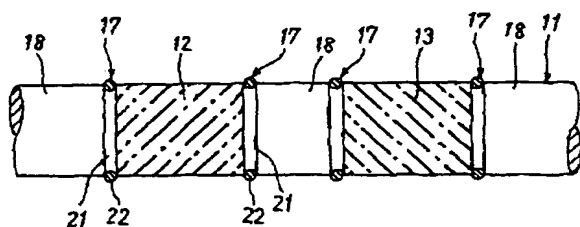


11---軸  
 12,13---磁気異方性部  
 14---励磁コイル  
 15---検出コイル  
 16---磁束  
 17---磁気抵抗を大きくした部分  
 18---ランダム結晶磁気異方性部

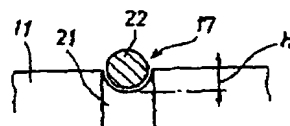
【第 4 図】



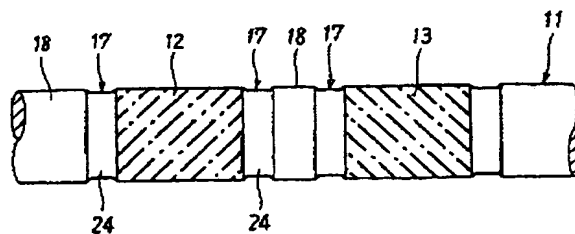
【第 5 図】



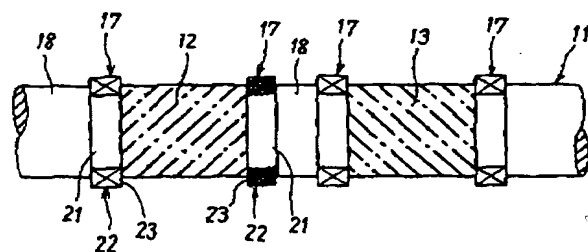
【第 6 図】



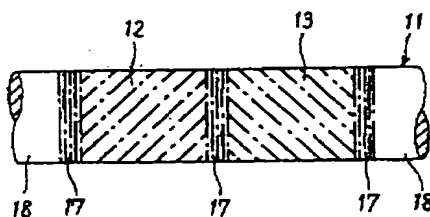
【第 8 図】



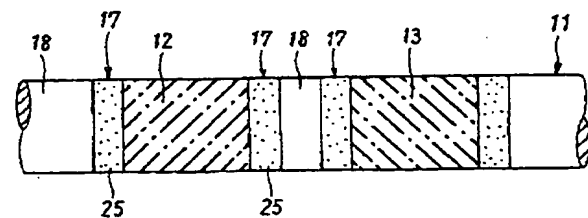
【第 7 図】



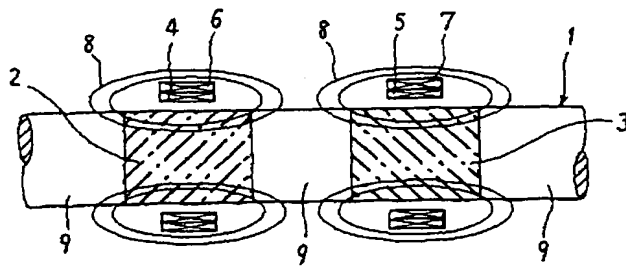
【第 10 図】



【第 9 図】



【第 1 1 図】



【第 1 2 図】

